

УДК 622.28

Мясников І.В. аспірант кафедри БГГМ

*Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна***ЗАГАЛЬНІ ПЕРЕДУМОВИ ДО РОЗРОБКИ МОДЕЛІ КОМБІНОВАНОГО КРІПЛЕННЯ ВИРОБОК ГЛИБОКИХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

Удосконалення технологічних процесів та застосування нових енергозберігаючих матеріалів є основними завданнями науково-технічного прогресу не тільки в гірничій справі, а й у всіх галузях господарської діяльності. Застосування нових інноваційних рішень в гірничій справі при спорудженні гірничих виробок сприяє зниженню вартості видобутої корисної копалини, а також підвищенню продуктивності праці. Зокрема, це також стосується зведення кріплення гірничих виробок і їх підтримки у стійкому стані [1].

Вибір тих чи інших способів та засобів забезпечення стійкості виробок повинен бути заснований на особливостях розвитку геомеханічних процесів при веденні гірничопрохідницьких робіт. Досвід експлуатації глибоких шахт показує, що найбільший ефект у підвищенні стійкості виробок дають заходи, спрямовані на створення взаємодії системи «кріплення-масив» (рис.1).



Рис. 1. Розвиток систем кріплення із зростанням глибини розробки [2]

Такі конструкції використовують можливості самого породного масиву, через збільшення його несучої здатності, яке реалізується створенням системи

«основне кріплення – породний масив – додаткові заходи». Останнє може бути досягнуто застосуванням способів охорони, які спрямовані на включення приконтурного породного масиву в спільну роботу з огорожувальними конструкціями [3]. Одним з видів кріплення, яке здатне реалізувати це, є кріплення типу АСН-А (рис.2).

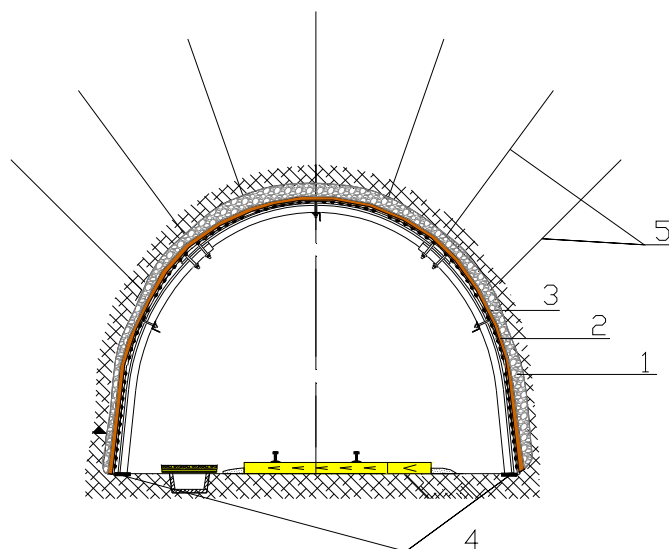


Рис. 2. Конструкція кріплення АСН-А (арка+сітка+набризк+анкер): 1 – перший шар набризкбетону (вископластичний, піддатливий), 2 – другий шар набризкбетону (жорсткий, несучий), 3 – металеве сітчасте міжрамне огороження, 4 – підп'ятники, 5 – анкери

В даний час існує цілий ряд рішень, що дозволяють забезпечувати стійкість капітальних виробок. Однак в кожному конкретному випадку необхідно враховувати специфіку геомеханічних умов, що передбачають проведення відповідного комплексу досліджень [4].

Крім того, надійність і безпека гірничих виробок також багато в чому забезпечується працездатністю міжрамних огорожень (затяжок). Незважаючи на велику кількість їх типів, у вітчизняній промисловості знайшли широке застосування лише дерев'яні та плоскі залізобетонні конструкції. Низька працездатність і масові відмови затяжок вимагають перегляду практики їх проектування. Однак до теперішнього часу механізм взаємодії затяжок з масивом гірських порід трактується спрощено, характер розподілу навантаження на міжрамні огорожі недостатньо вивчений [5].

Момент переходу комбінованої системи в жорсткий режим роботи залежить від конструктивних характеристик рам кріплення, кількості анкерів, які регулюватимуть переміщення контуру, а також час затвердіння цементно-піщаної суміші та її міцнісних властивостей. Пропорційна зсувам зовнішнє навантаження регулюється щільністю анкерного кріплення і передається на шар цементно-піщаної суміші, а потім безпосередньо на металеву раму і

затяжку. Таким чином, визначення жорсткості кріплення може бути зведено до визначення жорсткості металевих рам, яка розраховується за формулою:

$$G = \frac{U_{\text{кр}}}{q_{\text{кр}}},$$

де:

$U_{\text{кр}}$ – переміщення контуру виробки, м;

$q_{\text{кр}}$ – нагрузка на кріплення, т.

У свою чергу, рамне кріплення може вважатися жорстким, коли воно вичерпало свою конструктивну піддатливість, яка в більшості найбільш поширених конструкцій 3-х ланкових кріплень знаходиться в межах 300 ÷ 400 мм.

Виходячи з того, що навантаження на кріплення, а, як наслідок, і переміщення контуру виробки, збільшуються з часом, перехід кріплення в жорсткий режим роботи можна розглядати як функцію, яка залежить від часу T :

$$q = f(T),$$

Переміщення контуру $U_{\text{к}}$ – функція, що залежить від умов розробки, і, як було сказано вище, від часу, може бути розрахована за формулою [6]:

$$U_{\text{к}} = f\left(\frac{R_c k_c}{\gamma H}, T\right),$$

де:

$\frac{R_c k_c}{\gamma H}$ – геомеханічний показник умов розробки;

R_c – межа міцності на одновісний стиск, МПа

k_c – коефіцієнт структурно-механічного ослаблення масиву;

γ – об'ємна вага порід;

H – глибина розташування виробки, м.

У складних гірничо-геологічних умовах поряд з рамним кріпленням прийнято встановлювати анкерне кріплення, яке в залежності від кількості анкерних болтів, може зменшити величину зсуву (розтягнути в часі момент досягнення максимальних переміщень) або повністю зупинити переміщення контуру виробки до того, як рами кріплення вичерпають свою можливу піддатливість. Схожим чином буде працювати і шар цементно-піщаного розчину, який, в залежності від характеристик цементу, з часом набере свою міцність і тим самим посилить загальну систему кріплення.

Міжрамне огородження, як частина комбінованого кріплення, таким же чином буде піддано впливу зовнішнього навантаження. Тому воно може бути розглянуте як плита, що вільно лежить на пружній основі та завантажена розподіленим навантаженням [7]. Цією основою в даній ситуації можна

вважати рами кріплення до того, як вони вичерпають свою функцію піддатливості і перейдуть в жорсткий режим роботи.

Оскільки, саме по собі міжрамне огородження не може нести великі навантаження і часто виконує лише функцію опалубки, то при цьому виникає необхідність підібрати такі його конструктивні параметри, при яких можлива ефективна спільна робота затяжки з рамами кріплення і повинні забезпечуватися високі техніко-економічні показники як при експлуатації виробок, так і при їх проведенні:

$$G_{\text{зат}} = G_{\text{кр}},$$

де:

$G_{\text{зат}}$ – жорсткість міжрамного огородження;

$G_{\text{кр}}$ – жорсткість рам кріплення.

Основними вимогами, при яких дотримуються високі техніко-економічні показники, є наступні:

1. Міжрамне огородження повинне мати необхідну несучу здатність і піддатливість для того, щоб охопити весь діапазон можливих умов експлуатації кріплень;
2. Огородження повинне бути безпечними при транспортуванні і установці, а також забезпечувати рівень безпеки протягом усього терміну експлуатації;
3. Геометричні розміри огорожі повинні забезпечувати їх пристосованість до різних форм поперечного перерізу виробок, а також кроків встановлення рам кріплення.

Подібним вимогам відповідають конструкції міжрамних огорож на основі об'ємних ґратчастих конструкцій [8].

Варіювання основними параметрами металевого ґратчастого огородження (діаметр прутків, відстань між ними, конфігурація і крок зигзагоподібних елементів, їх орієнтація щодо осі виробки) дозволять визначити параметри об'ємної конструкції.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. О. В. Хоменчук Возведение набрызббетонной крепи взрывом / О. В. Хоменчук, С. В. Борщевский, В. В. Гончаренко // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: Мат-лы конф. – Днепропетровск 2012. – С. 115 – 119.
2. Айкхофф Ю. Техника и технология анкерного крепления в системе штрековой крепи // Глюкауф. – 2008. – № 2 (3). – С. 28-35.
3. Tereshchuk R.M., Khoziaikina N.V. and Babets D.V. (2018), “Substantiation of rational roof-bolting parameters”, Scientific bulletin of National Mining University, no. 1. pp. 19–26.
4. А.В. Солодянкин Эффективные способы поддержания выработок в сложных условиях шахт Западного Донбасса / Солодянкин А.В., Гапеев С.Н.,

Выгодин М.А. // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва: Мат-лы конф. – Кременчуг 2016. – С. 41–48.

5. Литвинський Г.Г. Міжрамні огорожі шахтного кріплення: монографія / Г.Г. Литвинський, Г.Л. Малєєв, М.Л. Гайко, В.Б. Волошин – Алчевськ: ДГМІ, 2000. – 110 с.

6. Шашенко О.М., Здимання порід підосви виробок вугільних шахт: монографія / О.М. Шашенко, О.В. Солодянкін, О.В. Смирнов. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЛізуновПрес», 2015. 256 с.

7. Цвей, А.Ю. Балки и плиты на упругом основании. Лекции с примерами расчета по специальному курсу строительной механики: учеб. пособие / А.Ю. Цвей. – М.: МАДИ, 2014. – 96 с.

8. Мясников І.В. Нові типи міжрамного огороження для підвищення несучої здатності кріплення капітальних виробок / І.В. Мясников, С.М. Гапєєв, М.О. Вигодін, О.З. Прокудін // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: Мат-лы конф. – Дніпро 2018. – С. 67 – 174.